

## **REMARKS**

Claims 1-12 are pending in the present application. Claim 1 has been amended .  
Claims 13-24 were canceled in a previous Amendment. Claim 1 is independent.  
Reconsideration of this application, as amended, is respectfully requested.

### **Reasons for Entry of Amendments**

The present amendments should be entered into the official file in view of the fact that the amendments to the claims automatically place the present application into condition for allowance. In the alternative, if the Examiner does not believe that the claims are in condition for allowance, it is requested that the Examiner enter the present amendments for the purposes of appeal. The amendments to the claims simplify the issues for appeal by amending claim 1 to address the Examiner's rejection under 35 U.S.C. § 112, first paragraph.

In addition, Applicants submit that the Examiner's rejection under 35 U.S.C. § 103(a) in view of the DE 383598 reference is improper and should be withdrawn. The position of the Applicants does not change whether the above amendment to claim 1 is present or not. In other words, the amendment to claim 1 has been presented to merely address the Examiner's rejection under 35 U.S.C. § 112, first paragraph, and to expedite prosecution of the present application.

### **Rejections Under 35 U.S.C. § 112**

Claims 1-12 stand rejected under 35 U.S.C. § 112, first paragraph, as based on a disclosure which is not enabling. This rejection is respectfully traversed.

The Examiner asserts that the disclosure is not enabling, since the claims do not recite the step of forming the thick film circuit. While not conceding to the appropriateness of the Examiner's rejection, but merely to expedite prosecution, as the Examiner will note, independent claim 1 has been amended to recite the step of "forming one or more elements of said thick-film circuit upon said dielectric layer." In view of this, Applicant submits that claims 1-12 are in conformance with 35 U.S.C. § 112, first paragraph.

In view of the above amendments and remarks, Applicant respectfully submits that claims 1-12 are based on an enabled disclosure. Accordingly, reconsideration and withdrawal of the Examiner's rejection under 35 U.S.C. § 112, first paragraph are respectfully requested.

### **Rejection Under 35 U.S.C. § 103**

Claims 1-12 stand rejected under 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over DE 383598. This rejection is respectfully traversed.

Applicant respectfully submits that independent claim 1 clearly defines the present invention over the DE '598 reference to Zimmerman. Specifically, independent claim 1 is directed to a process for manufacturing a thick-film circuit on a titanium or titanium-alloy substrate. Independent claim 1 includes a combination of steps including "applying a

glassy dielectric layer upon at least one surface of said substrate and firing said glassy dielectric layer in an oxidizing atmosphere.” Applicant submits that the Zimmerman reference relied on by the Examiner fails to teach or suggest the present invention as recited in independent claim 1.

Referring to the Zimmerman reference, this reference discloses a method for producing electronic circuits for thick-film circuits. However, Zimmerman is concerned with firing in an inert atmosphere and not an oxidizing atmosphere as recited in independent claim 1 of the present invention. One disadvantage of firing in an inert atmosphere is that it limits the range of commercially available materials for creating full thick film hybrid technology and hence utilizing the inherent advantages of a titanium substrate. The present invention on the other hand has available to it the full range of special inks, pastes and compositions etc. that are used to create hybrid circuit components such as capacitors, thermistors and strain gauges. Since Zimmerman fails to disclose firing a dielectric layer in an oxidizing atmosphere, Applicant submits that the Zimmerman reference fails to anticipate independent claim 1 of the present invention for at least this reason.

In the Examiner’s Office Action dated September 1, 2005, at page 4, paragraph 6, the Examiner asserts that column 2, lines 10-20 of Zimmerman discloses oxygen with heating temperatures to support the Examiner’s position that an oxidizing atmosphere is utilized. Applicant respectfully traverses this position of the Examiner.

The Examiner indicates that a complete translation of the Zimmerman reference has been requested; however, a copy is not available at this time. Once the Examiner has

received a complete translation, it is requested that the Examiner forward a copy to Applicant for consideration. In the meantime, attached hereto is a machine translation of the Zimmerman reference.

Referring to the portion of Zimmerman referred to by the Examiner, which corresponds to the paragraph bridging pages 2 and 3 of the enclosed machine translation, Applicant submits that Zimmerman discloses firing of a ceramic insulating layer in an inert (neutral or nearly neutral) atmosphere, i.e. a pure nitrogen atmosphere with small traces of CO<sub>2</sub> (up to 150 ppm CO<sub>2</sub>). Claim 1 of the present invention recites that the firing step occurs in an oxidizing atmosphere. Zimmerman is silent with regard to performing a firing step in an oxidizing atmosphere. In Zimmerman, the firing occurs in an inert atmosphere.

Referring to the same portion of the translation mentioned above, Zimmerman refers to "applying a second insulating layer, which is then equipped with the appropriate conductive strips and/or electronic elements." The translation states "this applying can take place without damage in oxidative atmosphere, ie. with room air." The Examiner appears to be focusing on the latter part of the disclosure to form the view that Zimmerman teaches firing in an oxidizing atmosphere. However, there appears to be nothing in the abstract (the only portion of Zimmerman that has been provided by the Examiner in the English language) of Zimmermann to support the Examiner's contention with respect to the firing step.

Since Zimmerman discloses the performance of the firing step in an inert atmosphere, a relatively weak glass to titanium bond is created, in contrast to the present

invention which achieves superior adhesion of the first glassy layer due to diffusion of lead ions during the firing process. Application of glass layers to a titanium substrate is not a trivial exercise. The present invention produces a strong glass to titanium bond on one side that becomes the initial glass layer, whilst providing a sacrificial layer on the reverse side to control bending stresses after the substrate is cooled.

In addition, with regard to the Examiner's position that it would have been obvious to modify Zimmerman to utilize a glassy insulating layer, Applicant submits that the Examiner has not established a *prima facie* case of obviousness. In order to establish a *prima facie* case of obviousness, the Examiner must provide a suggestion in the prior art to modify a particular reference in a particular manner. In the present situation, the Examiner has merely taken the position that it would have been within the skill of one practicing in the art to modify the Zimmerman reference to utilize a glassy insulating layer. However, the Examiner has not provided any suggestion in the prior art that such modification would be obvious. In view of this, the Examiner's rejection is improper and should be withdrawn.

Although the Examiner has not specifically stated that he is relying on Official Notice in the present rejection, the Examiner has not provided any teaching to support the modification of Zimmerman to use a glassy dielectric layer. In view of this, the Examiner is relying on Official Notice and must provide a reference as evidence of the Examiner's Official Notice. The Examiner is directed to MPEP 2144.03 entitled "Reliance on Common Knowledge in the Art or 'Well Known' Prior Art" which states "[I]n limited circumstances, it is appropriate for an examiner to take official notice of facts not in the record or to rely on

'common knowledge' in making a rejection, however such rejections should be judiciously applied. In addition, it is stated "[w]hile 'official notice' may be relied on, these circumstances should be rare when an application is under final rejection."

In view of the above, Applicant traverses the Examiner's use of Official Notice and requests the Examiner to provide evidence that it would be within the level of ordinary skill in the art to utilize a glassy insulating layer to achieve similar results as asserted by the Examiner. The mere assertions by the Examiner are insufficient to establish a *prima facie* case of obviousness.

With regard to dependent claims 4-12, Applicant respectfully submits that these claims are allowable due to their dependence upon allowable independent claim 1, as well as due to the additional recitations in these claims.

For example, claim 3 recites the step of diffusing lead content in the glassy layer through titanium oxides to enhance sufficiency of the bond between the substrate and the adjacent dielectric layer. Claim 5 recites selecting materials and layer thicknesses according to their TCE (Temperature Coefficient of Expansion) to control bending of the substrate. The latter feature facilitates use of very thin titanium substrates to enhance sensitivity to fluid pressure of flow sensors that are constructed with thick film hybrid circuits upon the titanium substrate. Applicant is currently using 0.4mm titanium in production. However, it should be understood that titanium having a different thickness could also be used. Claim 6 recites placing a sacrificial layer of dielectric material on a reverse side of the substrate to restrict growth of titanium oxide during the firing. The sacrificial layer also

limits bending of the substrate. None of these features are disclosed or suggested by Zimmerman. In view of this, the Examiner's rejection of these claims is also improper and should be withdrawn.

In the Examiner's Office Action, the Examiner has taken the position that many of the recitations in dependent claims 2-12 are "conventional in the art." This is another way of taking Official Notice. In view of this, it is requested that the Examiner provide evidence of these assertions.

In addition, Applicants submit that the Examiner is taking a narrow view that the addition of more than one layer is not a significant advance over one insulating layer. What the Examiner is ignoring is the purpose of controlling the number and composition of the layers and the addition of the bottom layer. Whilst adding additional layers of dielectric to Zimmermann to, for example, make the dielectric layer thicker to withstand high voltages, is arguably not a significant advance over Zimmermann, the use of multiple layers to control bending stresses after the substrate is cooled or to inhibit growth of oxide on a reverse side of the substrate during firing is not disclosed by Zimmermann. Also, in relation to diffusion of lead (recited in claim 3) as a means of strengthening the glassy layers bond to substrate, the Examiner clearly has not provided evidence to support the contention that this limitation is "conventional in the art."

In view of the above, Applicant submits that claims 1-12 clearly define the present invention over references relied on by the Examiner. Accordingly, reconsideration and withdrawal of the Examiner's rejection under 35 U.S.C. § 103 are respectfully requested.

To the extent the Examiner does not agree that the claims of the present application define over the Zimmerman request, it is requested that the Examiner provide a translation of the Zimmerman reference into the English language.

### **CONCLUSION**

Since the remaining references cited by the Examiner have not been utilized to reject the claims, but merely to show the state-of-the-art, no further comments are deemed necessary with respect thereto.

All the stated grounds of rejection have been properly traversed and/or rendered moot. Applicant therefore respectfully requests that the Examiner reconsider all presently pending rejections and that they be withdrawn.

It is believed that a full and complete response has been made to the Office Action, and that as such, the Examiner is respectfully requested to send the application to Issue.

In the event there are any matters remaining in this application, the Examiner is invited to contact Paul C. Lewis, Registration No. 43,368 at (703) 205-8000 in the Washington, D.C. area.



If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By: 

Paul C. Lewis, #43,368  
P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

PCL/cl  
0044-0251P

I refer to your instructions of 29 April 2005 requesting an English language translation of DE3838598. Investigations did not identify any foreign (English language) equivalents to DE3838598. We have provided a machine translation of the text of the DE19918798 which should give the general gist of the content. If you require an accurate translation of this document we recommend obtaining a human translation. We can arrange this for you. Please advise.

### Abstract of DE3838598

In a method for producing electronic circuits, especially for thick-film circuits, which form sensors in conjunction with the strain-gauge bodies built into the substrate, at least one insulation layer is applied onto a metallic substrate and the former is fitted with conducting tracks and/or electronic components. In this case, on grounds of a larger fatigue-free working (deformation) range, better corrosion resistance and lower density, a titanium-containing alloy or respectively titanium is to be used as the metallic substrate.

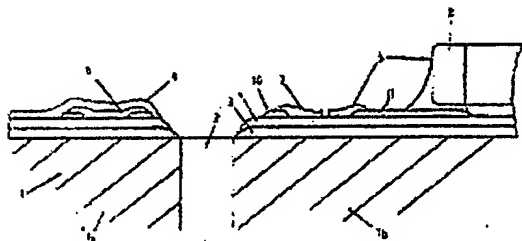


Fig 1

### Description of DE3838598

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen, insbesondere für Dickschichtschaltungen entsprechend der Gattung des Hauptanspruches.

Substrate für die Herstellung von elektronischen Schaltungen bestehen in der Regel aus einem Grundsubstrat, welches mit zumindest einer Isolierschicht belegt ist. Auf diese Isolierschicht sind dann die entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelemente aufgebracht.

Als Grundsubstrat ist seit geraumer Zeit die Verwendung von emaillierten, nichtlegierten, kohlenstoffarmen Stahlsubstraten bekannt. Ferner wird in der DE-OS 34 26 804 ein Substrat für elektronische Schaltungen aus Metall-Silikat-Schichtverbundwerkstoffen beschrieben, wobei dieses Metall Stahl ist. Allerdings weisen dafür geeignete Stähle einen relativ niedrigen ermüdungsfreien Verformungsbereich ( epsilon APPROX 1%) auf. Ferner ist deren Korrosionsbeständigkeit in aggressiver Atmosphäre als gering zu bezeichnen.

### Vorteile der Erfindung

# Ein Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen mit den Merkmalen des

## Description OF DE3838598

## State of the art

The invention concerns a procedure for manufacturing electronic circuits, in particular for thick-film circuits according to the kind of the principal claim.

Substrates for the production of electronic circuits usually consist of a basic substrate, which is occupied with at least an insulating layer. On this insulating layer then the appropriate conductive strips and/or electronic elements are applied.

As basic substrate the use of enamelled, not-alloyed, carbon-poor steel substrates is well-known for quite some time. Furthermore in the DE-OS 34 26 804 a substrate for electronic circuits from metal silicate layer composite materials is described, whereby this metal is steel. However for it suitable steel exhibits relatively low fatigue-free margin of deformability (epsilon APPROX 1%). Furthermore their corrosion resistance in corrosive atmosphere is to be called small.

### Advantages of the invention

A procedure for manufacturing electronic circuits with the characteristics of the principal claim uses against it titanium or a titanhaltige alloy as metallic substrate. The titanhaltige alloy, prefers a TiAl6V4 alloy possesses relatively large fatigue-free margin of

Hauptanspruches verwendet dagegen Titan oder eine titanhaltige Legierung als metallisches Substrat. Die titanhaltige Legierung, bevorzugt eine TiAl6V4-Legierung besitzt einen relativ grossen ermüdungsfreien Verformungsbereich von epsilon APPROX 10%. Diese Eigenschaft ist von besonderem Interesse bei der Herstellung von Dickschichtsensoren, da ein grösserer ermüdungsfreier Verformungsbereich (hoher elastischer Weg) auch eine grössere Signalwirkung ermöglicht.

Weiterhin ist bekannt, dass titanhaltige Metallegierungen eine hohe Korrosionsbeständigkeit auch in Umgebungen besitzen, in denen die bislang vorgeschlagenen Stähle versagen (beispielsweise bei Seeklima bzw. Industrieklima).

Ferner ist besonders erwähnenswert das geringe spezifische Gewicht der titanhaltigen Metallegierungen im Vergleich zu den Stählen. Das spezifische Gewicht liegt etwa bei 58% von demjenigen der bekannten und benutzten Stähle.

Die Herstellung erfolgt bevorzugt folgendermassen:

In einem ersten Verfahrensschritt wird das titanhaltige, metallische Substrat geformt, beispielsweise entsprechendes Blechmaterial zugeschnitten. Bei dieser Formgebung sollen bereits dehnungsempfindliche Geometrien miterzeugt werden, d. h. es sollen Biegefedern, Membranen und Dehnungsmessfedern mithergestellt werden. Wie diese Erzeugung erfolgt, ist von untergeordneter, handwerklicher Bedeutung.

Danach muss dieses metallische Grundsubstrat durch entsprechende chemische Mittel, wie beispielsweise Trichlorethylen, entfettet und gereinigt und kurz zur Oberflächenaufrauung gebeizt werden.

Das Beizen erfolgt beispielsweise mit verdünnter Flusssäure (bevorzugt 5-10%) und dauert 1-2 Minuten. Ggfs. kann dieser Flusssäure noch ein geringer Zusatz von Salpetersäure beigegeben sein.

Auf dieses so behandelte, titanhaltige, metallische Substrat wird dann eine glaskeramische Isolierschicht aufgebracht. Dies kann beispielsweise eine rekristallisierende, glaskeramische Isolierschicht (Haftschicht) auf der Basis von MgO, BaO, Be<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und SiO<sub>2</sub> sein. Das Auftragen geschieht entweder grossflächig oder nur partiell in dünnen Auflagen bis höchstens 100 µm. Das Aufbringen selbst kann im Siebdruckverfahren erfolgen, wobei nachfolgend ein kurzes Trocknen bei etwas erhöhten Temperaturen von 100 DEG C bis 150 DEG C stattfindet.

Eine solche keramische Isolierschicht wird dann je nach Pastenart zwischen 850 DEG C und 1100 DEG C, bevorzugt bei 1000 DEG C eingebrannt, wobei

deformability of epsilon APPROX 10%. This characteristic is there a larger fatigue-free margins of deformability (high flexible way) also a larger signal effect made possible of special interest with the production of thick-film sensors.

Further is well-known that titanhaltige metal craving possess a high corrosion resistance also in environments, in which the steel suggested so far fail (for example with sea-climate and/or industrial climate).

Furthermore the small specific weight of the titanhaltigen metal craving is particularly worth mentioning compared with the steel. The specific weight is for instance with 58% steel used by that of the well-known and.

The production effected prefers as follows:

In a first process step the titanhaltige is formed, metallic substrate, for example appropriate sheet metal material is cut. During this shaping already stretch-sensitive geometry is to be along-produced, i.e. are to be along-manufactured bending springs, diaphragms and stretch measuring feathers/springs. As this production takes place, is of subordinated, importance relating to crafts.

Afterwards this metallic basic substrate must be degreased and cleaned by appropriate chemical means, as for example tri chlorine ethyls, and pickled briefly for surface graining.

Pickling effected for example with diluted hydrofluoric acid (5-10% prefer) and takes 1-2 minutes. If necessary this hydrofluoric acid still another small additive of nitric acid can be added.

On this in such a way treated, titanhaltige, metallic substrate a glass-ceramic insulating layer is then applied. This can be for example a recrystallizing, glass-ceramic insulating layer (detention layer) on the basis of MgO, BaO, Be<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub>. Laying on happens either wide or only partially in thin editions at most up to 100 µm. Applying can take place in the silk-screen printing, whereby short drying takes place in the following at something increased temperatures of 100 DEG C to 150 DEG C.

Such an ceramic insulating layer is then burned depending upon kind of paste between 850 DEG C and 1100 DEG C, preferentially with 1000 DEG C, whereby burning possibly takes place because of the high sensitivity of the titanhaltigen substrate in relation to a thermal oxidation at more neutral or nearly neutral atmosphere, i.e. in pure N<sub>2</sub>-Atmosphaere with small traces of CO<sub>2</sub> (until 150 ppm CO<sub>2</sub>). Afterwards takes place for example applying a second insulating layer, which is then equipped with the appropriate conductive strips and/or electronic elements. This applying can take

das Einbrennen wegen der hohen Empfindlichkeit des titanhaltigen Substrates gegenüber einer thermischen Oxidation bei neutraler oder fast neutraler Atmosphäre, d. h. in reiner N<sub>2</sub>-Atmosphäre eventuell mit kleinen Spuren von O<sub>2</sub> (bis 150 ppm O<sub>2</sub>) stattfindet. Danach erfolgt beispielsweise das Aufbringen einer zweiten Isolierschicht, welche dann mit den entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelementen bestückt wird. Dieses Aufbringen kann dann allerdings auch ohne Schädigung in oxidativer Atmosphäre, d. h. bei Raumluft erfolgen.

Je nach Wunsch wird ein einlagiger oder ein zweilagiger oder sogar mehrlagiger Aufbau dieser elektronischen Schaltung bevorzugt. Hier ist dem erfinderischen Gedanken keine Grenze gesetzt. Bevorzugt wird dieses Verfahren speziell für die Herstellung von Dickschichtsensoren eingesetzt. Mit diesem Verfahren ist es möglich, sensitive Elemente mit hoher Empfindlichkeit (Dehnmessstreifen) gemeinsam mit der Auswertelektronik in einer einheitlichen Technologie auf einem Grundsubstrat zu realisieren. Dabei können Anordnungen mit hoher mechanischer Stabilität sowie mit sehr flexiblen und robusten Montagemöglichkeiten aufgebaut werden, bei denen beispielsweise ein Feinabgleich nach dem Gehäuseeinbau nicht mehr notwendig ist.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen vergrößert dargestellten Querschnitt durch einen einlagigen Dickschichtaufbau auf einem Metallsubstrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen;

Fig. 2 einen Querschnitt durch einen zweilagigen Dickschichtaufbau auf einem Metallsubstrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen.

Gemäss Fig. 1 weist ein Substrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen ein Metallsubstrat 1 auf, wobei der linke Teil als Biegefeder 1a und der rechte Teil als fester Teil 1b ausgebildet ist. Beide Teile sind durch Bohrungen und Schlitz 2 voneinander getrennt. Als Metallsubstrat kommen vor allem titanhaltige Legierungen, beispielsweise TiAl6V4 in Betracht.

Auf das Metallsubstrat ist, ausser im Bereich der Bohrungen und Schlitz 2, eine Haftschrift 3 aufgebracht, welche gleichzeitig als erste Isolierschicht dient.

Auf dieser Haftschrift 3 liegt eine zweite Isolierschicht 4, welche aus einem geeigneten glaskeramischen Material besteht. Auf diese zweite

place then however also without damage in oxidative atmosphere, i.e. with room air.

Depending upon desire more einlagiger or a two-part or even multi-layer structure of this electronic circuit is preferred. Here no border is set to the inventive thought. Preferred this procedure is used particularly for the production of thick-film sensors. With this procedure it is possible to realize sensitive elements together with high sensitivity (resistance strain gauges) with evaluation electronics in a uniform technology on a basic substrate. Arrangements with high mechanical stability as well as with very flexible and durable mounting types can be developed, with which for example a fine alignment is no longer necessary after the housing installation.

#### Design

The invention is more near described in the following on the basis the design. Show:

Fig. 1 one increases represented cross section by a einlagigen structure of thick-film on a metal substrate for the production of electronic circuits;

Fig. 2 a cross section by a two-part structure of thick-film on a metal substrate for the production of electronic circuits.

In accordance with Fig. 1 exhibits a substrate for the production of electronic circuits a metal substrate 1, whereby the left part is designed as bending spring 1a and the right part as firm part of 1b. Both parts are separated by drillings and slots 2. As metal substrate above all titanhaltige alloys come, for example TiAl6V4 into consideration.

On the metal substrate, except within the range of the drillings and slots 2, a detention layer 3 is applied, which serves at the same time as the first insulating layer.

On this detention layer 3 is a second insulating layer 4, which consists of a suitable glass-ceramic material. On this second insulating layer 4 appropriate circuit elements 5 are then applied, whereby on the bending spring 1a stretch laboratory resistors 6 and on the firm part 1b for example laser-alignmenttable of resistances 7 and/or an element 8, for example SMD Chip+Wire, are located. The laboratory resistor is covered of a glass layer 9, while laser-alignmenttable resistances 7 the conductive strips interconnect 10 and 11.

In the two-part structure of thick-film in accordance with Fig. a left metal substrate is designed 2 as measuring feather/spring 1c and a right metal substrate 1d as circuit carriers, whereby both metal substrates 1 are by a separation cut 12 from each

<p>Isolierschicht 4 werden dann entsprechende Schaltungselemente 5 aufgebracht, wobei auf der Biegefeder 1a Dehnungsmesswiderstände 6 und auf dem festen Teil 1b beispielsweise laserabgleichbare Widerstände 7 bzw. ein Bauelement 8, beispielsweise SMD-Chip+Wire, angeordnet sind. Der Messwiderstand ist von einer Glasschicht 9 überdeckt, während die laserabgleichbaren Widerstände 7 Leiterbahnen 10 und 11 miteinander verbinden.</p> <p>In dem zweilagigen Dickschichtaufbau gemäß Fig. 2 ist ein linkes Metallsubstrat als Messfeder 1c und ein rechtes Metallsubstrat 1d als Schaltungsträger ausgebildet, wobei beide Metallsubstrate 1 durch einen Trennschnitt 12 voneinander getrennt sind. Auf dem Metallsubstrat 1 liegt wiederum eine Haftschrift 3 und darauf eine zweite Isolierschicht 4 auf.</p> <p>Die zweite Isolierschicht 4 ist sowohl bei der Messfeder 1c wie auch bei dem Schaltungsträger 1d mit entsprechenden Leiterbahnen 10 belegt, welche bei diesem zweilagigen Dickschichtaufbau untere Leiterbahnen bilden. Diese Leiterbahnen 10 sind von zwei weiteren Isolierschichten 13 und 14 überdeckt. Diese beiden Isolierschichten verlaufen jedoch nicht durchgehend, sondern bei 15 ist eine Durchkontaktierung dargestellt.</p> <p>Bei der Messfeder 1c liegt der obersten Isolierschicht 14 eine obere Leiterbahn 16 auf, welche teilweise von Dehnungsmesswiderständen 17 übergriffen ist. Das ganze wird dann von der Glasschicht 9 überdeckt.</p> <p>Beim Schaltungsträger 1d sind entsprechende obere Leiterbahnen 16 sowie verbindende laserabgleichbare Widerstände 7 vorgesehen und ferner gelötete SMD-Bauelemente 18 angedeutet.</p>	<p>other separated. The metal substrate 1 again a detention layer 3 and a second insulating layer 4 rest upon.</p> <p>The second insulating layer 4 is occupied both with the measuring feather/spring 1c as well as with the circuit carrier 1d with appropriate conductive strips 10, which form lower conductive strips with this two-part structure of thick-film. These conductive strips 10 are covered of two further insulating layers 13 and 14. These two insulating layers run however not continuous, but with 15 a plated-through hole is represented.</p> <p>With the measuring feather/spring 1c the highest insulating layer 14 an upper conductive strip 16 rests upon, which partial from stretch laboratory resistors 17 spread is. The whole is then covered by the glass layer 9.</p> <p>With the circuit carrier 1d appropriate upper conductive strips 16 as well as connecting laser-alignmenttable of resistances of 7 intended and furthermore soldered SMD elements 18 are suggested.</p>
<p>Claims of DE3838598</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen, insbesondere von Dickschichtschaltungen, wobei auf ein metallisches Substrat zumindest eine Isolierschicht aufgebracht und diese mit Leiterbahnen und/oder elektronischen Bauelementen bestückt wird, dadurch gekennzeichnet, dass titanhaltige Legierungen bzw. Titan als metallische Substrate verwendet werden.</li> <li>2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine TiAl6V4-Legierung verwendet wird.</li> <li>3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das titanhaltige, metallische Substrat geformt, beispielsweise entsprechendes Blechmaterial zugeschnitten, sodann mit geeigneten chemischen Mitteln entfettet und gereinigt und kurz gebeizt wird.</li> </ol>	<p>Claims OF DE3838598</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procedure for manufacturing electronic circuits, in particular characterized by thick-film circuits, whereby on a metallic substrate at least an insulating layer is applied and these are equipped with conductive strips and/or electronic elements, by the fact that titanhaltige alloys and/or titanium are used as metallic substrates.</li> <li>2. Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that a TiAl6V4-Legierung is used.</li> <li>3. Procedure according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that the titanhaltige, metallic substrate is formed, for example appropriate sheet metal material is cut, degreased and cleaned then with suitable chemical means and pickled briefly.</li> <li>4. Verfahren according to requirement 3, by the fact characterized that for the production of for example thick-film sensors during the shaping of the metallic,</li> </ol>

<p>4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von beispielsweise Dickschichtsensoren bei der Formgebung des metallischen, titanhaltigen Substrates dehnungsempfindliche Geometrien, wie Biegefedern, Membranen, Dehnungsmessfedern mit erzeugt werden.</p> <p>5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Beizen in verdünnter Flusssäure (5-10%) erfolgt und 1-2 Minuten dauert.</p> <p>6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Flusssäure noch ein geringer Zusatz von Salpetersäure hinzugegeben wird.</p> <p>7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf das titanhaltige, metallische Substrat eine glaskeramische Isolierschicht aufgebracht wird.</p> <p>8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen der glaskeramischen Isolierschicht im Siebdruckverfahren erfolgt und nachfolgend ein kurzes Trocknen bei etwas erhöhter Temperatur stattfindet.</p> <p>9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die glaskeramische Isolierschicht je nach Pastenart zwischen 850 DEG C und 1100 DEG C, bevorzugt bei 1000 DEG C eingebrannt wird, wobei das Einbrennen bei neutraler oder fast neutraler Atmosphäre stattfindet.</p> <p>10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass auf die glaskeramische Isolierschicht zumindest eine weitere zweite Isolierschicht aufgebracht wird, welche dann mit den entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelementen bestückt wird.</p>	<p>titanhaltigen substrate stretch-sensitive geometry, like bending springs, is produced diaphragms, stretch measuring feathers/springs with.</p> <p>5. Procedure according to requirement 3 or 4, by the fact characterized that pickling takes place in diluted hydrofluoric acid (5-10%) and takes 1-2 minutes.</p> <p>6. Procedure according to requirement 5, by the fact characterized that still a small additive of nitric acid is in addition-given to the hydrofluoric acid.</p> <p>7. Procedure after one of the requirements 3 to 6, by the fact characterized that on the titanhaltige, metallic substrate a glass-ceramic insulating layer is applied.</p> <p>8. Procedure according to requirement 7, by the fact characterized that applying the glass-ceramic insulating layer takes place in the silk-screen printing and takes place in the following short drying at somewhat increased temperature.</p> <p>9. Procedure according to requirement 7 or 8, by the fact characterized that the glass-ceramic insulating layer is burned depending upon kind of paste between 850 DEG C and 1100 DEG C, preferentially with 1000 DEG C, whereby burning takes place at more neutral or nearly neutral atmosphere.</p> <p>10. Procedure after one of the requirements 7 to 9, by the fact characterized that on the glass-ceramic insulating layer at least a further second insulating layer is applied, which is then equipped with the appropriate conductive strips and/or electronic elements.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BEST AVAILABLE COPY

1892/05

IRN : FF36041/05  
Chemt. 118009.

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3838598 A1

⑳ Aktenzeichen: P 38 38 598.8  
㉑ Anmeldetag: 15. 11. 88  
㉒ Offenlegungstag: 23. 5. 90

⑥ Int. Cl. 6:  
H05K 1/05  
C 23 F 1/30  
B 32 B 15/04  
B 32 B 17/06  
B 32 B 18/00

DE 3838598 A1

㉓ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

㉔ Erfinder:  
Zimmermann, Herbert, 7141 Freiberg, DE; Modic,  
Fedor, Dipl.-Chem., 7250 Leonberg, DE; Hecht, Hans,  
Dipl.-Phys., 7015 Korntal, DE; Mast, Martin,  
Dipl.-Ing., 7016 Gerlingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen

Bei einem Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen, insbesondere für Dickschichtschaltungen, die in Verbindung mit in das Substrat eingearbeiteten Dehnmeßkörpern Sensoren bilden, wird auf ein metallisches Substrat zumindest eine Isolierschicht aufgebracht und diese mit Leiterbahnen und/oder elektronischen Bauelementen bestückt. Dabei soll aus Gründen des größeren ermüdungsfreien Verformungsbereiches, der besseren Korrosionsbeständigkeit und des geringeren spezifischen Gewichtes eine titanhaltige Legierung bzw. Titan als metallisches Substrat verwendet werden.

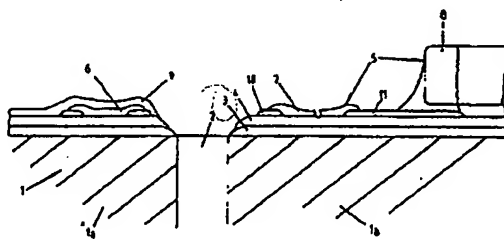


Fig. 1

DE 3838598 A1

DE 38 38 598 A1

1  
Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen, insbesondere für Dickschichtschaltungen entsprechend der Gattung des Hauptanspruches.

Substrate für die Herstellung von elektronischen Schaltungen bestehen in der Regel aus einem Grundsubstrat, welches mit zumindest einer Isolierschicht belegt ist. Auf diese Isolierschicht sind dann die entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelemente aufgebracht.

Als Grundsubstrat ist seit geraumer Zeit die Verwendung von emaillierten, nichtlegierten, kohlenstoffarmen Stahlsubstraten bekannt. Ferner wird in der DE-OS 34 26 804 ein Substrat für elektronische Schaltungen aus Metall-Silikat-Schichtverbundwerkstoffen beschrieben, wobei dieses Metall Stahl ist. Allerdings weisen dafür geeignete Stähle einen relativ niedrigen ermüdungsfreien Verformungsbereich ( $\epsilon \approx 1\%$ ) auf. Ferner ist deren Korrosionsbeständigkeit in aggressiver Atmosphäre als gering zu bezeichnen.

## Vorteile der Erfindung

Ein Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen mit den Merkmalen des Hauptanspruches verwendet dagegen Titan oder eine titanhaltige Legierung als metallisches Substrat. Die titanhaltige Legierung, bevorzugt eine TiAl6V4-Legierung, besitzt einen relativ großen ermüdungsfreien Verformungsbereich von  $\epsilon \approx 10\%$ . Diese Eigenschaft ist von besonderem Interesse bei der Herstellung von Dickschichtsensoren, da ein größerer ermüdungsfreier Verformungsbereich (hoher elastischer Weg) auch eine größere Signalwirkung ermöglicht.

Weiterhin ist bekannt, daß titanhaltige Metallegierungen eine hohe Korrosionsbeständigkeit auch in Umgebungen besitzen, in denen die bislang vorgeschlagenen Stähle versagen (beispielsweise bei Seeklima bzw. Industrieklima).

Ferner ist besonders erwähnenswert das geringe spezifische Gewicht der titanhaltigen Metallegierungen im Vergleich zu den Stählen. Das spezifische Gewicht liegt etwa bei 58% von demjenigen der bekannten und benutzten Stähle.

Die Herstellung erfolgt bevorzugt folgendermaßen:

In einem ersten Verfahrensschritt wird das titanhaltige, metallische Substrat geformt, beispielsweise entsprechendes Blechmaterial zugeschnitten. Bei dieser Formgebung sollen bereits dehnungsempfindliche Geometrien miterzeugt werden, d. h. es sollen Biegefedern, Membranen und Dehnungsmeßfedern mithergestellt werden. Wie diese Erzeugung erfolgt, ist von untergeordneter, handwerklicher Bedeutung.

Danach muß dieses metallische Grundsubstrat durch entsprechende chemische Mittel, wie beispielsweise Trichlorethylen, entfettet und gereinigt und kurz zur Oberflächenaufrauung gebeizt werden.

Das Beizen erfolgt beispielsweise mit verdünnter Flußsäure (bevorzugt 5–10%) und dauert 1–2 Minuten. Ggfs. kann dieser Flußsäure noch ein geringer Zusatz von Salpetersäure beigegeben sein.

Auf dieses so behandelte, titanhaltige, metallische Substrat wird dann eine glaskeramische Isolierschicht

2

aufgebracht. Dies kann beispielsweise eine rekristallisierende, glaskeramische Isolierschicht (Haftschrift) auf der Basis von MgO, BaO, Be<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und SiO<sub>2</sub> sein. Das Auftragen geschieht entweder großflächig, oder nur partiell in dünnen Auflagen bis höchstens 100 µm. Das Aufbringen selbst kann im Siebdruckverfahren erfolgen, wobei nachfolgend ein kurzes Trocknen bei etwas erhöhten Temperaturen von 100°C bis 150°C stattfindet.

Eine solche keramische Isolierschicht wird dann je nach Pastenart zwischen 850°C und 1100°C, bevorzugt bei 1000°C eingebrannt, wobei das Einbrennen wegen der hohen Empfindlichkeit des titanhaltigen Substrates gegenüber einer thermischen Oxidation bei neutraler oder fast neutraler Atmosphäre, d. h. in reiner N<sub>2</sub>-Atmosphäre eventuell mit kleinen Spuren von O<sub>2</sub> (bis 150 ppm O<sub>2</sub>) stattfindet. Danach erfolgt beispielsweise das Aufbringen einer zweiten Isolierschicht, welche dann mit den entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelementen bestückt wird. Dieses Aufbringen kann dann allerdings auch ohne Schädigung in oxidativer Atmosphäre, d. h. bei Raumluft erfolgen.

Je nach Wunsch wird ein einlagiger oder ein zweilagiger oder sogar mehrlagiger Aufbau dieser elektronischen Schaltung bevorzugt. Hier ist dem erfinderischen Gedanken keine Grenze gesetzt. Bevorzugt wird dieses Verfahren speziell für die Herstellung von Dickschichtsensoren eingesetzt. Mit diesem Verfahren ist es möglich, sensitive Elemente mit hoher Empfindlichkeit (Dehnmeßstreifen) gemeinsam mit der Auswertelektronik in einer einheitlichen Technologie auf einem Grundsubstrat zu realisieren. Dabei können Anordnungen mit hoher mechanischer Stabilität sowie mit sehr flexiblen und robusten Montagemöglichkeiten aufgebaut werden, bei denen beispielsweise ein Feinabgleich nach dem Gehäuseeinbau nicht mehr notwendig ist.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen vergrößert dargestellten Querschnitt durch einen einlagigen Dickschichtaufbau auf einem Metallsubstrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen;

Fig. 2 einen Querschnitt durch einen zweilagigen Dickschichtaufbau auf einem Metallsubstrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen.

Gemäß Fig. 1 weist ein Substrat für die Herstellung von elektronischen Schaltungen ein Metallsubstrat 1 auf, wobei der linke Teil als Biegefeder 1a und der rechte Teil als fester Teil 1b ausgebildet ist. Beide Teile sind durch Bohrungen und Schlitze 2 voneinander getrennt. Als Metallsubstrat kommen vor allem titanhaltige Legierungen, beispielsweise TiAl6V4 in Betracht.

Auf das Metallsubstrat ist, außer im Bereich der Bohrungen und Schlitze 2, eine Haftschrift 3 aufgebracht, welche gleichzeitig als erste Isolierschicht dient.

Auf dieser Haftschrift 3 liegt eine zweite Isolierschicht 4, welche aus einem geeigneten glaskeramischen Material besteht. Auf diese zweite Isolierschicht 4 werden dann entsprechende Schaltungselemente 5 aufgebracht, wobei auf der Biegefeder 1a Dehnungsmeßwiderstände 6 und auf dem festen Teil 1b beispielsweise laserabgleichbare Widerstände 7 bzw. ein Bauelement 8, beispielsweise SMD-Chip + Wire, angeordnet sind. Der Meßwiderstand ist von einer Glasschicht 9 überdeckt, während die laserabgleichbaren Widerstände 7 Leiter-



DE 38 38 598 A1

3

bahnen 10 und 11 miteinander verbinden.

In dem zweilagigen Dickschichtaufbau gemäß Fig. 2 ist ein linkes Metallsubstrat als Meßfeder 1c und ein rechtes Metallsubstrat 1d als Schaltungsträger ausgebildet, wobei beide Metallsubstrate 1 durch einen Trennschnitt 12 voneinander getrennt sind. Auf dem Metallsubstrat 1 liegt wiederum eine Haftschrift 3 und darauf eine zweite Isolierschicht 4 auf.

Die zweite Isolierschicht 4 ist sowohl bei der Meßfeder 1c wie auch bei dem Schaltungsträger 1d mit entsprechenden Leiterbahnen 10 belegt, welche bei diesem zweilagigen Dickschichtaufbau untere Leiterbahnen bilden. Diese Leiterbahnen 10 sind von zwei weiteren Isolierschichten 13 und 14 überdeckt. Diese beiden Isolierschichten verlaufen jedoch nicht durchgehend, sondern bei 15 ist eine Durchkontaktierung dargestellt.

Bei der Meßfeder 1c liegt der obersten Isolierschicht 14 eine obere Leiterbahn 16 auf, welche teilweise von Dehnungsmesswiderständen 17 übergriffen ist. Das ganze wird dann von der Glasschicht 9 überdeckt.

Beim Schaltungsträger 1d sind entsprechende obere Leiterbahnen 16 sowie verbindende laserabgleichbare Widerstände 7 vorgesehen und ferner gelötete SMD-Bauelemente 18 angedeutet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von elektronischen Schaltungen, insbesondere von Dickschichtschaltungen, wobei auf ein metallisches Substrat zumindest eine Isolierschicht aufgebracht und diese mit Leiterbahnen und/oder elektronischen Bauelementen bestückt wird, dadurch gekennzeichnet, daß titanhaltige Legierungen bzw. Titan als metallische Substrate verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine TiAl6V4-Legierung verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das titanhaltige, metallische Substrat geformt, beispielsweise entsprechendes Blechmaterial zugeschnitten, sodann mit geeigneten chemischen Mitteln entfettet und gereinigt und kurz gebeizt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung von beispielsweise Dickschichtsensoren bei der Formgebung des metallischen, titanhaltigen Substrates dehnungsempfindliche Geometrien, wie Biegefedern, Membranen, Dehnungsmessfedern mit erzeugt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Beizen in verdünnter Flußsäure (5–10%) erfolgt und 1–2 Minuten dauert.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Flußsäure noch ein geringer Zusatz von Salpetersäure hinzugegeben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf das titanhaltige, metallische Substrat eine glaskeramische Isolierschicht aufgebracht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufbringen der glaskeramischen Isolierschicht im Siebdruckverfahren erfolgt und nachfolgend ein kurzes Trocknen bei etwas erhöhter Temperatur stattfindet.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die glaskeramische Isolierschicht je nach Pastenart zwischen 850°C und 1100°C, be-

4

vorzugt bei 1000°C eingebrannt wird, wobei das Einbrennen bei neutraler oder fast neutraler Atmosphäre stattfindet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf die glaskeramische Isolierschicht zumindest eine weitere zweite Isolierschicht aufgebracht wird, welche dann mit den entsprechenden Leiterbahnen bzw. elektronischen Bauelementen bestückt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



**BEST AVAILABLE COPY**

DERWENT-ACC-NO: 1990-164586

DERWENT-WEEK: 199022

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mfg. electronic circuit, esp. thick film  
circuit - using substrate of titanium or alloy contg. titanium

INVENTOR: HECHT, H; MAST, M ; MODIC, F ; ZIMMERMANN, H

PATENT-ASSIGNEE: BOSCH GMBH ROBERT[BOSC]

PRIORITY-DATA: 1988DE-3838598 (November 15, 1988)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE

PAGES

MAIN-IPC

DE 3838598 A

May 23, 1990

N/A

000

N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO

APPL-DESCRIPTOR

APPL-NO

APPL-DATE

DE 3838598A

N/A

1988DE-3838598

November 15, 1988

INT-CL (IPC): B32B015/04, B32B017/06, B32B018/00, C23F001/30,  
H05K001/05

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3838598A

BASIC-ABSTRACT:

In the prodn. of (esp. thick film) electronic circuits, in which  
circuit lines  
and/or electronic devices are provided on one or more insulating  
layers on a  
metallic substrate, the novelty is that the substrate consists of Ti  
(alloy),  
pref. TiAl6V4 alloy.

USE/ADVANTAGE - The substrate has a relatively large fatigue-free  
deformation  
range (about 10% compared with 1% for prior art steels) thus making  
it esp.  
useful for thick film sensors, high corrosion resistance and low